

AE

**Method for compressing and decompressing image data for use with all manner of data processing devices having varying screen sizes and screen resolutions**

**Patent number:** DE10152612  
**Publication date:** 2002-10-02  
**Inventor:** MOSSAKOWSKI GERD (DE)  
**Applicant:** T MOBILE DEUTSCHLAND GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: G06T9/00  
- european: G06T9/00; H04N1/41C; H04N7/26J2; H04N7/34  
**Application number:** DE20011052612 20011025  
**Priority number(s):** DE20011052612 20011025; DE20011013881 20010321;  
DE20021030810 20020708

Report a data error here

**Abstract of DE10152612**

Method for compressing image data, consisting of an array of individual pixel data, whereby each pixel (0-419) has a pixel value that contains color and brightness information, has the following steps: determination of a priority value for each pixel; combination of pixels in pixel groups according to the priority value calculation; sorting the pixel groups according to their priority values; and storage or transfer of the pixel groups according to their priorities. The invention also relates to a corresponding method for decompressing image data.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

AE

21 Aktenzeichen: 101 52 612.1  
22 Anmeldetag: 25. 10. 2001  
43 Offenlegungstag: 2. 10. 2002

DE 101 52 612 A 1

66 Innere Priorität:  
101 13 881. 4 21. 03. 2001

71 Anmelder:  
T-Mobile Deutschland GmbH, 53227 Bonn, DE

74 Vertreter:  
Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 88131  
Lindau

61 Zusatz in: 102 30 810.1

72 Erfinder:  
Mossakowski, Gerd, 59227 Ahlen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Komprimierung und Dekomprimierung von Bilddaten

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Komprimierung und Dekomprimierung von Pixel-basierten Bilddaten. Für jedes Pixel wird zunächst der Pixelwert ermittelt. Anschließend wird für jeden Pixel, aus einer zuvor festgelegten Menge von benachbarten Pixeln ein Pixeldifferenzwert berechnet, der sich aus der Differenz des Pixelwerts eines betrachteten Pixels zu dem seiner betrachteten Nachbarpixel ergibt. Anschließend werden die Pixeldifferenzwerte der einzelnen Pixel absteigend sortiert. Die für die Berechnung eines Pixeldifferenzwerts hinzugezogenen Pixel werden jeweils zu einer Pixelgruppe zusammengefasst. Die so gewonnenen Pixelgruppen werden entsprechend der absteigenden Sortierung der Pixeldifferenzwerte abgespeichert.

Zur Wiederherstellung des Bildes werden zunächst die Pixelgruppen mit den höchsten Pixeldifferenzwerten geladen. Aus jeweils drei sich am nächsten liegenden Pixelgruppen wird jeweils ein Dreieck gebildet. Die Fläche der jeweiligen Dreiecke wird durch einen Farbverlauf ausgefüllt, der aus den Farbwerten der jeweils drei die Ecken des Dreiecks bildenden Pixelgruppen berechnet wird. Je mehr Pixelgruppen geladen werden, je kleiner werden die Dreiecke und je genauer kann das Bild rekonstruiert werden.

DE 101 52 612 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Komprimierung und Dekomprimierung von Bilddaten.

[0002] Zur Abspeicherung von Bildern gibt es heute eine Vielzahl von Techniken und Komprimierungsverfahren. Die verwendeten Techniken lassen sich im wesentlichen auf Pixel-basierte und Vektor-basierte Verfahren zurückführen.

[0003] Bei den Pixel-basierten Techniken wird über das Bild ein Raster gelegt. Jeder Rasterpunkt entspricht einem Pixel. Ein Pixelwert wird mit einem Bit (z. B. WBMP → Schwarz-Weiß) oder mehreren Bits (z. B. BMP → True-Color) kodiert. Um die Größe der Bilddateien zu reduzieren, können verschiedene Komprimierungsverfahren angewendet werden. Ein effektives Verfahren besteht in der Reduzierung der Bits pro Pixel. Des weiteren können Verfahren angewendet werden, bei denen Pixel zu Gruppen zusammengefasst werden.

[0004] Dies sind in der Regel quadratische Bereiche, die dann mit Hilfe der DCT (Diskreten Cosinus Transformation) in den Frequenzbereich transformiert werden. Die bei der Transformation entstandenen hohen Frequenzanteile können ohne merkliche Qualitätsverluste vernachlässigt werden. Dieses Verfahren wird z. B. bei JPEG Bildern angewendet. Bei sehr hohen JPEG Kompressionen kann es zu störenden, rechteckig-verschachtelten Bildflecken – sogenannten "Artefakten" – führen.

[0005] Bei den Vektor-basierten Verfahren wird das Bild mit Hilfe von geometrischen Formen (z. B. Rechtecke, Kreise) eindeutig beschrieben. Ein bekanntes Verfahren ist das sogenannte SVG (Scalable Vector Graphics). Dieses Verfahren ist bei technischen Zeichnungen hervorragend einsetzbar, da so erstellte Bilder sehr gut skalierbar sind. Die entsprechenden Dateien sind deutlich kleiner als bei herkömmlichen binären Bitmap-Formaten. Diese Verfahren eignen sich jedoch weniger um Photos abzuspeichern.

[0006] Neben den herkömmlichen Fotoapparaten die auf einem Film belichten, gibt es immer mehr Fotoapparate, die die Fotos anstelle auf einen Film digital auf Speichermedien abspeichern. Da diese Speichermedien nur eine begrenzte Kapazität besitzen, können nur eine kleine Anzahl hochauflösender Fotos, oder viele Bilder mit geringerer Auflösung abgespeichert werden. Eine flexible Skalierung ist zur Zeit nicht möglich.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung liegt in der Schaffung eines Verfahrens zur Komprimierung und Dekomprimierung von Bilddaten, welches eine einfache und flexible Anpassung an Speichergröße, unterschiedliche Bildauflösungen und Displaygrößen erlaubt.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Die Erfindung beruht auf einer Kombination der Pixel-basierten und Vektor-basierten Technik. Als erstes wird das Bild mit einem Raster belegt. Für jedes Pixel des Rasters wird zunächst der Pixelwert, d. h. Farbwert bzw. Helligkeitswert, ermittelt. Anschließend wird für jeden Pixel, aus einer zuvor festgelegten Menge von benachbarten Pixeln, ein weiterer Wert, im folgenden Pixeldifferenzwert genannt, berechnet. Der Pixeldifferenzwert ergibt sich aus der Differenz des Pixelwerts eines betrachteten Pixels zu jedem seiner betrachteten Nachbarpixel. Dieser Wert ist umso höher, je größer die Differenz des Pixelwertes zu seinen benachbarten Pixeln ist. Anschließend werden die Pixeldifferenzwerte der einzelnen Pixel des Bildes absteigend sortiert. Die für die Berechnung eines Pixeldifferenzwerts hinzugezogenen Pixel werden jeweils zu einer Pixelgruppe zusam-

mengefasst. Die so gewonnenen Pixelgruppen werden entsprechend der absteigenden Sortierung der Pixeldifferenzwerte, d. h. entsprechend ihrer durch den Pixeldifferenzwert bestimmten Priorität, abgespeichert.

[0011] Es ergibt sich eine Prioritätenliste, wobei zuoberst auf der Liste diejenigen Pixelgruppen erscheinen, deren Pixeldifferenzwert und damit Priorität am größten ist.

[0012] Die Pixelwerte der Pixelgruppen können durch Lauflängencodierung oder andere bekannte Komprimierungsmethoden, z. B. Zip-Verfahren, weiter komprimiert werden.

[0013] Zur Wiederherstellung des Bildes werden zunächst die Pixelgruppen mit den höchsten Pixeldifferenzwerten (Prioritäten) geladen. Aus jeweils drei sich am nächsten liegenden Pixelgruppen wird jeweils ein Dreieck gebildet. Dreiecke sind in ihrer Größe skalierbar, und können so an unterschiedliche Auflösungen angepasst werden. Sollen bestimmte Bildbereiche besonders genau wiedergegeben werden, können die Pixelgruppen dieser Bereiche mit einer höheren Priorität versehen werden. Die Fläche der jeweiligen Dreiecke wird durch einen Farbverlauf, der aus den Farbwerten der jeweils drei die Ecken des Dreiecks bildenden Pixelgruppen berechnet wird, ausgefüllt.

[0014] Bei Schwarz-Weiß Bildern wird anstelle der Farbwerte der jeweilige Helligkeitswert der Pixel bzw. Pixelgruppen betrachtet und ein entsprechender Helligkeitsverlauf berechnet.

[0015] Je mehr Pixelgruppen dargestellt werden, je kleiner werden die Dreiecke und je genauer kann das Bild rekonstruiert werden.

[0016] Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen in der hohen Skalierbarkeit durch einfache Anpassung an unterschiedliche Displaygrößen und der Möglichkeit einer erhöhten Auflösung von interessanten Bereichen eines Bildes durch Priorisierung bestimmter Bildbereiche.

[0017] Das Verfahren ermöglicht es den Hersteller bzw. Bildverarbeitungsprofis, durch unterschiedliche Priorisierungen der Pixelgruppen herstellerspezifische Optimierungsroutinen verwenden. Da jedoch immer die Quellpixelwerte übertragen werden, kann das Bild aber auch ohne Verwendung der herstellerspezifischen Optimierungsroutinen wieder erzeugt werden.

[0018] Ferner ist eine Erhöhung der Auflösung von Details durch Nachladen der interessanten Bildbereiche, anstelle des Nachladens eines komplett neuen Bildes mit einer anderen Auflösung möglich.

[0019] Das Verfahren ist sehr fehlertolerant, da das Bild auch bei Übertragungsfehlern einzelner Pixelgruppen wieder erzeugt werden kann.

[0020] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnungsfiguren näher erläutert. Aus den Zeichnungen und deren Beschreibung ergeben sich weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung. Es zeigt:

[0021] Fig. 1 Darstellung eines Bildarrays aus  $20 \times 21$  Pixeln;

[0022] Fig. 2 Darstellung verschiedener Formen von Pixelgruppen;

[0023] Fig. 3 neu generiertes Bildarray mit eingefügten Pixelgruppen in der Bildecke;

[0024] Fig. 4 ausfüllen der Flächen zwischen den bereits eingefügten Pixelgruppen;

[0025] Fig. 5 einfügen weitere Pixelgruppen und Ausfüllen der dazwischenliegenden Flächen.

[0026] Nachfolgend wird anhand eines exemplarischen Beispiels eine Komprimierung und Dekomprimierung einer 2 dimensional Bilddatei (Bildarray) beschrieben.

[0027] Folgende Annahmen werden getroffen:

Die Bildquelle liegt als Bitmap, d. h. als Bildarray, vor. Jedes Pixel des Bildarrays wird durch einen 32 Bit Wert (Pixelwert) repräsentiert. Dieser Bit sind z. B. in 4 Werte (Transparent, Rot, Grün, Blau) mit jeweils 8 Bit aufgeteilt. [0028] Das beispielhaft dargestellte Bildarray ist ein Bild mit der Bildbreite von 20 Pixeln und einer Bildhöhe von 21 Pixeln. Die Position der Pixel ist durch eine Integer Zahl festgelegt. Das Bildarray wird in der in Fig. 1 gezeigten Weise von 0 bis 419 durchgezählt. Die Zahl innerhalb jedes Kastens entspricht der Position des zugehörigen Pixels. [0029] Die Komprimierung des Bildes erfolgt folgendermaßen:

#### Bildarray einlesen

[0030] Ein Bild wird in das in Fig. 1 gezeigte  $20 \times 21$  Pixel große Bildarray eingelesen. Jedes Pixel ist durch seine Position (0 bis 419) und seinen Pixelwert (Farb- bzw. Helligkeitswert) definiert.

#### Pixelgruppen festlegen

[0031] Als Nächstes wird festgelegt, welche benachbarten Pixel eine Pixelgruppe bilden. Mit  $p_0$  ist dabei dasjenige Pixel bezeichnet, das die Position der Pixelgruppe angibt. Die relative Position der übrigen Pixel, z. B.  $p_1$ – $p_4$ , einer Pixelgruppe zum Bezugspixel  $p_0$  ergibt sich aus der verwendeten Art (Form) der Pixelgruppe. In Fig. 2 sind exemplarisch einige mögliche Formen von Pixelgruppen dargestellt. Es können sowohl zum Bezugspixel  $p_0$  symmetrische als auch unsymmetrische Pixelgruppen gebildet werden. Welche Art von Pixelgruppe verwendet wird, ist u. a. von der Art des Bildmaterials und der angestrebten Kompressionsrate abhängig. In der Regel ist der zu erreichende Kompressionsfaktor umso größer, je mehr Pixel eine Pixelgruppe umfasst. Zum kodieren und dekodieren, d. h. komprimieren und dekomprimieren des Bildes muss die gleiche Form von Pixelgruppen verwendet werden.

[0032] In der weiteren Beschreibung des Verfahrens wird mit der Form der in Fig. 2 dick umrandeten Pixelgruppe (links unten) weitergearbeitet.

#### Prioritätswerte ermitteln

[0033] Für jedes Pixel  $p_0$  einer Pixelgruppe wird nun die Priorität in Bezug auf dessen Pixelgruppe berechnet. Dabei wird jedes Pixel 0–419 des Bildes einmal zum Bezugspixel  $p_0$ .

[0034] Die Pixel am Bildrand können eine besondere Behandlung erfahren, z. B. durch Auswahl einer bestimmten Pixelgruppenform im Randbereich oder Verkleinerung der zu betrachteten Fläche (Abschneiden der Randbereiche).

[0035] Zur Berechnung der Priorität kann es verschiedene Rechenmethoden geben. Exemplarisch wird hier eine lineare Methode verwendet.

[0036] Dazu werden die einzelnen Pixelwerte  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  und  $P_4$  einer Pixelgruppe in ihre Farbanteile Rot, Grün und Blau zerlegt. Jeder dieser Farbanteile wird durch 8 Bit repräsentiert. Für jede Farbe eines jeden Pixels  $P_1$ – $P_4$  wird nun ein Farbdifferenzwert in Bezug auf  $P_0$  ermittelt, z. B.  $P_{0\_rot} - P_{1\_rot}$ ,  $P_{0\_rot} - P_{2\_rot}$ , ...,  $P_{0\_blau} - P_{4\_blau}$ . Die absoluten Farbdifferenzwerte werden addiert und durch die Anzahl der Farben und Anzahl der betrachteten Pixel geteilt. Das Ergebnis ist ein Prioritätswert für die betrachtete Pixelgruppe. Dieser Prioritätswert ist umso höher, je unterschiedlicher die Farbanteile der einzelnen Pixel der Pixelgruppe sind.

[0037] Weitere Methoden zur Ermittlung des Prioritäts-

wert sind die Benutzung von Grauwerten oder der Maximalwert einer Farbdifferenz einer Farbe. Da der Prioritätswert später selbst nicht abgespeichert wird, hat das Verfahren zur Ermittlung des Prioritätswertes keinen direkten Einfluss auf die Dekodierung.

[0038] Durch diese Priorisierung wird erreicht, dass Bildbereiche, die einen großen Farb- oder Kontrastwechsel aufweisen, wie z. B. Kanten, eine hohe Priorität erhalten, und relativ gleichbleibende Bildinhalte, wie z. B. blauer Himmel, eine Niedrige.

#### Prioritätswerte sortieren

[0039] In diesem Schritt werden die Prioritätswerte der Größe nach absteigend sortiert. In Abhängigkeit der Implementierung kann eine Sortierung nach Ermittlung jedes neuen Prioritätswertes oder im nachhinein durchgeführt werden.

[0040] In Abhängigkeit der verfügbaren Ressourcen können neben der reinen Priorisierung durch die Farbwerte benachbarter Pixel auch Abhängigkeiten der Lage der priorisierten Pixelgruppen herangezogen werden.

[0041] Ein Anwendungsfall soll dies verdeutlichen. Betrachtet man auf See einen Horizont, erscheint dieser wie eine waagerechte Linie. Es ist zu erwarten, dass die Prioritätswerte jeder Pixelgruppe entlang diesem Horizont in etwa gleich sind. In diesem Fall besitzen die am weitesten auseinander liegenden Punkte der Horizontlinie die größte Aussagekraft. Durch Übertragung der äußersten linken und äußersten rechten Pixelgruppen des Horizonts ist es schon möglich, diesen wieder zu rekonstruieren.

[0042] Eine weitere Möglichkeit der Priorisierung liegt in der Höherbewertung bestimmter Bildbereiche: Ein solcher Bildbereich können zum Beispiel Gesichter auf Fotos sein. Obwohl Gesichter auf Urlaubsfotos manchmal nur einen prozentual kleinen Bereich des gesamten Bildes ausmachen, stehen sie beim Betrachten meist im Mittelpunkt. Ein solches menschliches Sehverhalten kann durch entsprechende Priorisierung der Pixelgruppen dieser Bildbereiche (Gesichtsbereiche) berücksichtigt werden. Ebenso können die Pixelgruppen im Zentrum des Bildes eine entsprechend höhere Priorisierung erfahren.

[0043] Eine weitere Möglichkeit der Optimierung besteht in der Tatsache, dass sich benachbarte Pixelgruppen gegenseitig überlagern. Durch geschickte Auswahl der Pixelgruppen kann vermieden werden, dass sich überlagernde Pixelwerte benachbarten Pixelgruppen wiederholt übertragen werden.

[0044] Wird das zu komprimierende Bild direkt mit einer CCD Kamera oder einem Scanner aufgenommen, besteht prinzipiell die Möglichkeit, aus dem in der Kamera/dem Scanner vorhandenen, bildbearbeitenden Mikrochip direkt ein nach Prioritäten sortiertes Array zu erhalten. Somit wird beim komprimieren ein wesentlicher Teil des Rechenaufwandes eingespart.

#### Pixelgruppen abspeichern

[0045] Zunächst werden einige Kenngrößen des Bildes abgespeichert. Exemplarisch aufgeführt sind das:

- Bildbreite (in Pixel)
- Bildhöhe (in Pixel)
- Verwendete Form der Pixelgruppe (nicht notwendig wenn nur eine Form standardisiert ist)
- die 4 Pixelgruppen der Bildecken.

[0046] Anschließend werden die einzelnen Pixelgruppen

entsprechend ihrer Priorität abgespeichert, d. h. Pixelgruppen mit hoher Priorität werden zuerst gespeichert (und später auch zuerst ausgelesen).  
 [0047] Dazu wird zunächst der Positionswert des Bezugspixels p0 der Pixelgruppe abgespeichert. Anschließend werden die Pixelwerte P0, P1, P2, P3, P4 abgespeichert.

#### Beispiel

[0048] Positionswert P0, Pixelwerte P0, P1, P2, P3, P4; nächster Positionswert P0 (mit gleicher oder niedrigerer Priorität), Pixelwerte P1, P2, P3, P4, . . . , nächster Positionswert P0 (mit geringster Priorität), Pixelwerte P0, P1, P2, P3, P4.

[0049] Das Abspeichern kann durch verschiedene Methoden, die hier nur exemplarisch angesprochen werden, optimiert werden.

[0050] Es kann eine Lauflängencodierung der Pixelgruppen vorgenommen werden.

[0051] Z. B. wenn in einem Bildbereich keine Rotanteile vorkommen, kann dies anstelle von 8 Bit (rot) nur mit z. B. 2 Bit übertragen werden, oder es kann die Anzahl der führenden Nullen ausgenutzt werden.

[0052] Ferner können allgemein übliche Komprimierungsmethoden, z. B. Zip-Format, verwendet werden.

[0053] Durch Festlegung eines Grenzwertes für die Priorisierung kann eine bestimmte Qualität gewährleistet werden. Z. B. kann ein Grenzwert für die Pixeldifferenzwerte festgelegt werden unterhalb dessen die zugeordnete Pixelgruppe immer den niedrigsten Prioritätswert bekommt.

[0054] Bei einer Festlegung einer maximalen Dateigröße ist durch die Priorisierung sichergestellt, dass die wesentlichsten Bildinformationen zuerst abgespeichert werden.

#### Dekomprimieren des Bildes

#### Neues Bildarray generieren

[0055] Zur Generierung eines neuen Bildes werden zunächst die Kenngrößen des Bildes eingelesen und ausgewertet.

[0056] Exemplarisch sind dies Bildbreite, Bildhöhe und Form der Pixelgruppe. Aus diesen Werten wird dann ein zunächst leeres Bildarray vergleichbar mit der Darstellung in Fig. 1 erzeugt. Stimmen die Bildhöhe und Bildbreite zwischen dem Ursprungsbild und der nun gewünschten Darstellung (z. B. begrenztes PDA Display oder hochauflösender Bildschirm) nicht überein, muss entsprechend skaliert werden. Dazu werden zunächst Umrechnungsfaktoren ermittelt (Bildbreite\_Original/Bildbreite\_Display und Bildhöhe\_Original/Bildhöhe\_Display). Diese Faktoren können benutzt werden um den Positionswert von dem Originalbild in den Positionswert des neuen Displays umzurechnen.

#### Eck-Pixelgruppen einfügen

[0057] Wie in Fig. 3 dargestellt ist, werden entsprechend der Reihenfolge der priorisierten Pixelgruppen diese nun eingelesen. Zunächst werden die 4 Pixelgruppen der Ecken in das neu generierte Bildarray eingetragen. Die Position (p0) der jeweiligen Pixelgruppe ist durch die schwarz unterlegten Felder 21, 38, 381 bzw. 398 bestimmt. Dieser Positionswert (p0) liegt als Integerwert in der abgespeicherten Datei vor. Anschließend können die zur jeweiligen Pixelgruppe gehörenden, dunkelgrau grau unterlegten Pixelwerte (p1-p4) in das neue Bildarray eingetragen werden. Die dazwischen liegenden, hellgrau markierten Pixelwerte lassen sich dann aus den dunkelgrau und schwarz markierten Fel-

dern berechnen. Zur Berechnung werden zunächst die bekannten Pixelwerte in ihre Bestandteile Rot, Grün und Blau zerlegt. Anschließend wird der Mittelwert jeder Farbe berechnet, z. B.  $\text{Pixel}(22) = (\text{Pixel}(2) + \text{Pixel}(21) + \text{Pixel}(42))/3$ .

#### Flächen ausfüllen

[0058] Nun werden die vorhandenen Pixelgruppen durch Linien miteinander verbunden. Es ergeben sich Dreiecke, dessen Ecken durch die entsprechenden Pixelgruppen definiert sind. Exemplarisch soll dies an der Linie zwischen Pixelposition 2 und Pixelposition 17 verdeutlicht werden. Der Farbverlauf der Linie wird anhand der Farbwerte der Pixel 2 und 17 berechnet. Zunächst wird die Anzahl der Pixel zwischen diesen beiden Positionen ermittelt, im Beispiel 14. Anschließend wird für jede Farbe (Rot, Grün, Blau) die Farbdifferenz ermittelt, z. B. Farbwert an Position 2 = 2; Farbwert an Position 17 = 30 ergibt Farbdifferenz von 28). Eine Farbwertsteigerung pro Pixel – vom Pixel 2 zum Pixel 17 – errechnet sich dann aus Farbdifferenz/Anzahl (Im Beispiel  $28/14 = 2$ ).

[0059] Die noch übrigen Flächen werden durch Zeichnen von horizontalen Linien ausgefüllt, z. B. von Position 63 nach Position 74, von Position 82 nach Position 93, usw. Auch hier wird ein vorläufiger Farbverlauf zwischen den Punkten wie oben angegeben berechnet.

[0060] Wie Fig. 5 zeigt, ergibt jede weitere hinzugefügte Pixelgruppe weitere Dreiecke die entsprechend ausgefüllt werden können. Nachdem zunächst die gesamte Fläche durch Nutzung der 4 Eckpunkte (21, 38, 398, 381) ausgefüllt wurde, kann nun mit jeder weiteren Pixelgruppe die Auflösung verfeinert werden. Das Hinzufügen der Pixelgruppe 87 führt zu 4 Dreiecken mit den Bezugspunkten (21, 38, 87), (21, 87, 381), (381, 87, 398), (398, 87, 381). Wird nun innerhalb eines solchen Dreieckes, z. B. 87, 381, 398, eine weitere Pixelgruppe (247) eingefügt entstehen 3 neue Dreiecke (247, 381, 398), (247, 87, 381) und (247, 87, 398). Jede neue Pixelgruppe erzeugt somit 3 neue Dreiecke, die ausgefüllt werden können. Je mehr Pixelgruppen eingefügt sind, d. h. je mehr Dreiecke gebildet werden, desto näher kommt der berechnete Farbverlauf dem tatsächlichen Farbverlauf des Bildes. Da ab nun immer nur neue Dreiecke entstehen, können für die Berechnungen optimierte Verfahren verwendet werden. Ferner können die jeweils 3 neu entstehenden Dreiecke parallel berechnet werden, um die Bearbeitungsgeschwindigkeit zu steigern. Zusätzliche Möglichkeit der Parallelisierung entsteht dadurch, wenn neue Pixelgruppen in unterschiedlichen Regionen des Bildes hinzugefügt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Komprimierung von Bilddaten, die aus einem Array einzelner Bildpunkte (Pixel) bestehen, wobei jedes Pixel (0-419) einen Pixelwert aufweist, der Farb- oder Helligkeitsinformation des Pixels beschreibt, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

- a) Ermitteln eines Prioritätswertes für jedes Pixel des Arrays durch Berechnen eines Pixeldifferenzwertes anhand des jeweiligen Pixelwerts des Pixels in Bezug auf die Pixelwerte einer zuvor festgelegten Gruppe von benachbarten Pixeln;
- b) Zusammenfassen der für die Berechnung des Prioritätswertes hinzugezogenen Pixel zu einer Pixelgruppe (P0-P4),
- c) Sortieren der Pixelgruppen des Bildarrays anhand ihres Prioritätswertes; und

- d) Abspeichern und/oder Übertragen der Pixelgruppen entsprechend ihrer Priorität.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pixeldifferenzwert sich aus der Differenz des Pixelwerts eines betrachteten Pixels zum Pixelwert jedes seiner betrachteten Nachbarpixel der Pixelgruppe ergibt. 5
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als erstes die Kenngrößen des Bildes, wie Bildbreite in Pixel, Bildhöhe in Pixel, Form der verwendeten Pixelgruppe und die Eck-Pixelgruppen der vier Bildecken abgespeichert und/oder übertragen werden. 10
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Pixelgruppe die Position eines Bezugspixels (P0), dessen Pixelwert, sowie der Pixelwert der übrigen Pixel (P1-P4) der Pixelgruppe abgespeichert oder übertragen wird. 15
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Pixelgruppen bestimmter Bildbereiche eine erhöhte Priorität zugeordnet wird. 20
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pixelwerte der Pixelgruppen durch Lauflängencodierung oder andere Kompressionsverfahren weiter komprimiert werden. 25
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung und Ausgabe der nach Prioritäten sortierten Pixelgruppen bereits durch ein verwendetes bildaufnehmendes System, wie z. B. Scanner, CCD-Kamera, erfolgt. 30
8. Verfahren zur Dekomprimierung von Bilddaten, die mit dem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 7 komprimiert wurden, gekennzeichnet durch die Schritte: 35
- a) Generieren eines leeren Bildarrays aus den eingelesenen Kenngrößen des komprimierten Bildes,
  - b) Einlesen der Eck-Pixelgruppen und Einfügen an den vier Bildecken des Bildarrays,
  - c) Bilden von Dreiecken durch Verbinden von jeweils drei unmittelbar benachbarter Pixelgruppen durch mindestens eine Linie, 40
  - d) Ausfüllen der die Fläche der Dreiecke bildenden Pixel durch einen aus den das Dreieck bildenden Pixelgruppen berechneten Farb- und/oder Helligkeitsverlauf, 45
  - e) Einlesen und Einfügen der nächsten Pixelgruppe in das Bildarray;
  - f) Wiederholen der Schritte c) bis f).
9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte c) bis f) so lange wiederholt werden, bis alle oder eine gewünschte Anzahl von Bilddaten eingelesen und verarbeitet wurden. 50
10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreiecke in ihrer Größe skalierbar und an unterschiedliche Bildauflösungen anpassbar sind. 55

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399
400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419

Fig. 1

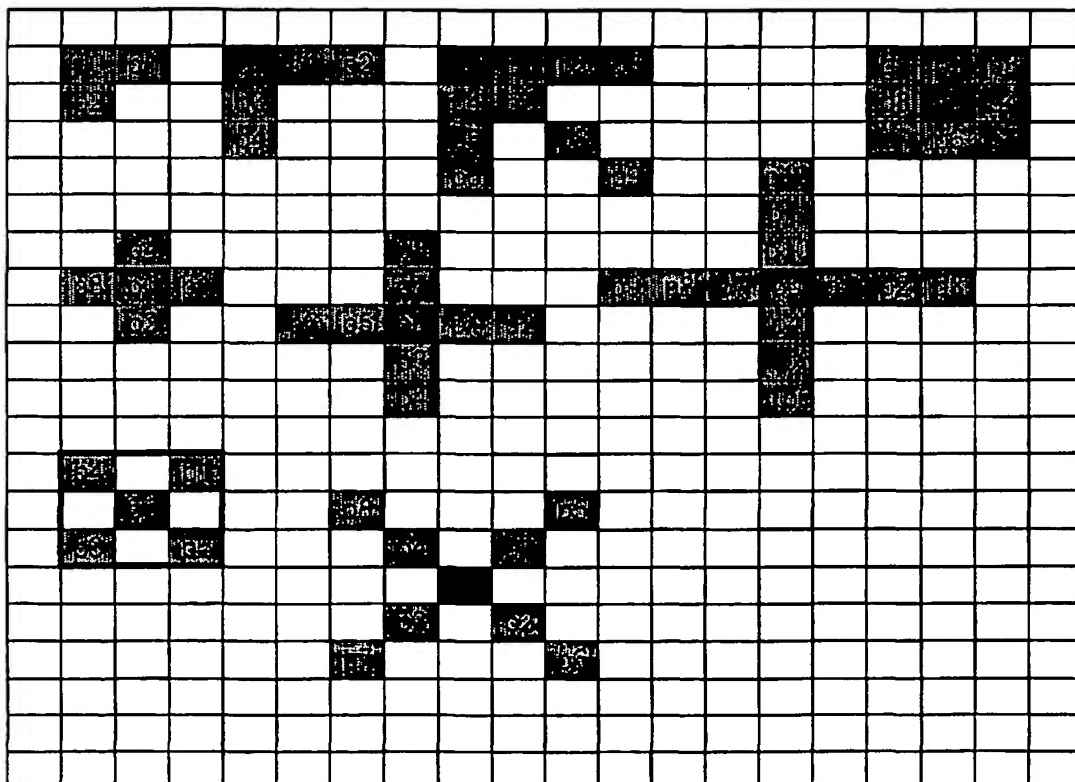


Fig. 2

				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		15	16		
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
				43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358
				363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398
				403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417

Fig. 3

			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
				43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358
				363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398
				403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417

Fig. 4



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399
400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419

Fig. 5